

**Joonas Lahti**

**LOPPUTUOTTEIDEN LAADUNVALVONNAN  
KEHITTÄMINEN**

**Boliden Kokkola**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Kesäkuu 2013**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Yksikkö</b> Kokkola-Pietarsaari	<b>Aika</b> Kesäkuu 2013	<b>Tekijä/tekijät</b> Joonas Lahti
<b>Koulutusohjelma</b> Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
<b>Työn nimi</b> Lopputuotteiden laadunvalvonnan kehittäminen. Boliden Kokkola		
<b>Työn ohjaaja</b> Lauri Hankkila		<b>Sivumäärä</b> 37
<b>Työelämäohjaaja</b> Jorma Harju		
<p>Boliden Kokkola on Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas. Yhtiön vuosituotanto on noin 315 000 tonnia ja sen tuotevalikoimaan kuuluu useita eri kokoluokan valettuja sinkkituotteita valmistettuina puhtaasta sinkistä sekä eri seosainein seostettuina.</p> <p>Lopputuotteiden laadunvalvonnan aktiivinen kehittäminen yrityksessä on alkanut vuonna 2010. Kehityksen alkuvaiheessa suunnitelmissa oli laatuluokittelujärjestelmän sijoittaminen tuotetoimistolle. Opinnäytetyö sijoittuu hankkeen myöhempään vaiheeseen, jolloin laatuluokittelujärjestelmästä oli luovuttu ja suunnittelu kohdistettu valimolle sijoittuvaan laadunvalvontajärjestelmään.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli osallistua laadunvalvonnan kehitykseen sekä lopputuotteiden laadunvalvontajärjestelmän suunnitteluun. Opinnäytetyössä perehdyttiin sinkkituotteiden valmistukseen ja laatuun. Työssä kuvataan myös osallistumista laadunvalvonnan kehittämiseen ja käydään läpi vaiheet laadunvalvontajärjestelmän suunnittelusta aina järjestelmän käyttöönoton alkuvaiheisiin.</p> <p>Laadunvalvonnan kehittämiseen löydettiin työn aikana uusi suunta, jonka pohjalta laadunvalvontajärjestelmälle luotiin uusi suunnitelma ja järjestelmälle löytyi työn aikana asiantunteva toimittaja. Hankkeen tuloksena yrityksen valimolle on rakenteilla moderni ja edistysellinen laadunvalvontajärjestelmä, jonka lopulliset hyödyt ovat nähtävissä lähivuosien kuluessa.</p>		
<b>Asiasanat</b> laadunvalvonta, laadunvalvontajärjestelmä, laatu		

## ABSTRACT

<b>UNIT</b> Kokkola-Pietarsaari	<b>Date</b> June 2013	<b>Author</b> Joonas Lahti
<b>Degree programme</b> Mechanical and Production Engineering		
<b>Name of thesis</b> Improving quality control for end products. Boliden Kokkola		
<b>Instructor</b> Lauri Hankkila		<b>Pages</b> 37
<b>Supervisor</b> Jorma Harju		
<p>Boliden Kokkola is the second largest zinc plant in Europe. The company's annual production capacity is around 315,000 tonnes and it produces several different sizes of casted zinc products which are produced of pure zinc and of several different zinc alloys.</p> <p>The company has started active improving of its quality control for end products in the year 2010. In early stages of the project there was a plan to place a quality classification system in the product office. This thesis is placed in project's later stage after plan of quality classification system was abandoned and planning has been focused to a quality control system located in the plant's foundry.</p> <p>The purpose of this thesis was to participate in improving quality control and the planning of quality control system for end products. The thesis discusses the manufacturing of process and the quality of the zinc products. The thesis also describes participating in improving the quality control and presents the stages from planning quality control system to first steps of introducing the system.</p> <p>During this thesis a new direction for improving quality control was found. Based on it, a new plan for the quality control system was created and a professional supplier for the system was found. As a result of the project a modern and advanced quality control system is being built for the company's foundry, which final benefits can be discovered in the next few years.</p>		

### Key words

quality, quality control, quality control system

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

AJAX I ja AJAX II ovat sinkin sulatusuuneja, s. 8.

Alumiinigranuli tarkoittaa rakeista alumiinia, jolla seostetaan sinkkiä, s. 8.

Automaattiskimmari on laite, jolla kuona poistetaan sinkin pinnasta, s. 20.

Jumbo tarkoittaa yli 1,4 tonnin sinkkituotetta, s. 8.

JVK1 tarkoittaa jatkuvan valun konetta ja automaattista jumbovalukonetta, s. 9.

Rännitunnus on numero, joka kertoo, mistä uunista tuotteeseen pumpattu sinkki on peräisin, s. 26.

Skimmaus on kuonan ja tuhkan poistoa sulasta sinkistä, s. 9.

SVR2 tarkoittaa seosvalurataa numero kaksi, s. 9.

Valuri on tuotantoprosessissa toimiva valutyöntekijä, s. 18.

VK2 on harkkovalukone numero kaksi, s. 9.

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 BOLIDEN KOKKOLA</b>	<b>3</b>
2.1 Boliden-konserni	4
2.2 Tuotantoprosessi	5
<b>3 VALIMO</b>	<b>7</b>
3.1 Katodien sulatus	7
3.2 Seosuunit	7
3.3 Valulinjat	8
3.4 Tuotteet	10
3.4.1 Puhtaat sinkkituotteet	10
3.4.2 Seostuotteet	11
3.4.3 Sinkkituotteiden käyttökohteet	11
<b>4 LAATU</b>	<b>13</b>
4.1 Laatuajattelu	13
4.1.1 Tuotteen laatu	14
4.1.2 Toiminnan laatu	15
4.2 Laatukustannukset	16
<b>5 SINKKITUOTTEIDEN LAATU</b>	<b>18</b>
5.1 Laadunvalvonta tuotannossa	18
5.2 Tuotteiden luokittelu ja laatukriteerit	19
5.3 Laatupoikkeamat	25
<b>6 LAADUNVALVONNAN KEHITTÄMINEN</b>	<b>26</b>
6.1 Laadunvalvonnan tavoitteet	28
6.2 Tuotetoimiston laatuluokittelujärjestelmän suunnitelma	28
<b>7 VALIMON LAADUNVALVONTAJÄRJESTELMÄ</b>	<b>30</b>
7.1 Järjestelmäsuunnittelu	30
7.2 Järjestelmäkuvaus	32
7.2.1 Yrityskontaktit	32
7.2.2 Tarjoukset	33
<b>8 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>34</b>
8.1 Projektin tulokset	34
8.2 Järjestelmän hyödyt	35
8.3 Loppusanat	36
<b>LÄHTEET</b>	<b>37</b>
<b>LIITTEET</b>	
<b>KUVIOT</b>	
KUVIO 1. Ilmakuva tehdasalueesta	3

KUVIO 2. Boliden-konsernin toimipaikat	4
KUVIO 3. Sinkin tuotantoprosessi	5
KUVIO 4. Yleiskuva valimon tuotantoprosessista	8
KUVIO 5. Valmistettavat SHG-tuotteet	10
KUVIO 6. Zinigal-seoksien ominaisuudet	12
KUVIO 7. Laatuavaruuden osatekijät	14
KUVIO 8. Laatukustannukset	16
KUVIO 9. Hyvälaatuisia CGG-seosjumboja	20
KUVIO 10. Kuonaamaton 1,7 tonnin SHG-jumbo	21
KUVIO 11. Seosjumbot automaattimerkittyinä	21
KUVIO 12. 1,4 tonnin SHG-jumbo käsin merkittynä	22
KUVIO 13. Tuotteeseen muodostunut irtoliуска	23
KUVIO 14. Hyvälaatuinen harkkonippu	24
KUVIO 15. Kuonaamaton harkko	24
KUVIO 16. Käsin merkityt harkot	25
KUVIO 17. Tuotemerkintä 2 tonnin jumbossa	26
KUVIO 18. Vuororaportin hylkyraporttiosio	27

## 1 JOHDANTO

Yritysten välinen kilpailu on yhä kovempaa, niin kotimaisilla kuin kansainvälisillä markkinoilla. Markkinoiden vaatimusten kasvaessa on laadusta tullut yksi keskeisimmistä kilpailutekijöistä. Laadusta on myös muodostunut yrityksille tärkeä väline kannattavuuden parantamisessa ja markkina-aseman vahvistamisessa. Asetelma on johtanut tilanteeseen, jossa yritysten on menestyäkseen valvottava sekä parannettava tuotteidensa tai palveluidensa laatua jatkuvasti.

Tämä työ on tehty Boliden Kokkolalle, ja se on osa yhtiön lopputuotteiden laadunvalvonnan kehittämishanketta. Hankkeen päämääränä oli yrityksen valmistamien sinkkituotteiden laadunvalvonnan kehittäminen ja tuotteiden laatu-tietoja keräävän laadunvalvontajärjestelmän luominen sekä käyttöönotto.

Valuprosessin vaihteluiden vuoksi valettavien sinkkituotteiden laadussa tapahtuu jatkuvaa muutosta. Lisäksi laiteongelmien takia tuotteen pintaan voi jäädä kuonaa tai jäähtyessä tuote saattaa halkeilla. Tuotantoprosessin kehitys yrityksessä on jatkuvaa, millä pyritään myös parantamaan tuotteiden laatua. Silti viallisia tuotteita välillä väistämättä syntyy. Vialliset tuotteet halutaan seuloa tarkasti tuotannosta ja sulattaa uudelleen valettavaksi. Tällä hetkellä valmistettavien tuotteiden pintaa seurataan valutyöntekijöiden toimesta ja vialliset tuotteet pyritään uudelleen sulattamaan.

Tämänhetkiseen malliin halutaan tehdä parannuksia tuotteiden jäljitettävyyteen sekä saada aikaan konkreettinen tuotehyväksyntä. Kehityskohteen päämääräksi on otettu luoda Boliden Kokkolan valimolle laadunvalvontajärjestelmää, johon jokaisen valetun tuotteen tarkastustiedot tallennetaan. Tarkastustietoja halutaan myöhemmin hyödyntää tuotteiden laadun tutkimiseen sekä tuotteiden ja tuotantolinjojen kehitykseen.

Opinnäytetyö käsittelee Boliden Kokkolan valmistamien sinkkituotteiden laatua ja tuotteiden laadunvalvonnan kehittämistä. Työssä käsitellään valimolle sijoittunutta laadunvalvontahanketta, jossa pyrittiin luomaan valimolle järjestelmä laadunval-

vonnan kehittämiseksi. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli edesauttaa laadunvalvontajärjestelmän toteuttamista osallistumalla sen suunnitteluun ja järjestelmän tarjoajan selvitykseen sekä dokumentoimalla projektin vaiheet tähän työhön.

Yrityksen pyynnöstä käyttöönotettavan järjestelmän toimittaja ja järjestelmän tarkempi kuvaus on tässä opinnäytetyössä salattu.



## 2 BOLIDEN KOKKOLA

Sinkin valmistus aloitettiin Kokkolassa vuonna 1969, kun Outokummun sinkkitehdas perustettiin Kokkolan Suurteollisuusalueelle (KUVIO 1). Tuotanto oli alkuvuosina noin 80 000 tonnia, ja 1974 otettiin käyttöön laajennus, jolla lisättiin tuotantokapasiteettia. Boliden-konsernin hankki tehtaan omistukseensa vuonna 2004. (Boliden Kokkola 2010b.)

Tuotantokapasiteettia on määrätietoisesti kehitetty vuosien varrella ja nykyisin Boliden Kokkola on Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas noin 315 000 tonnin vuosituotannolla. Tehdas työllistää noin 520 henkilöä ja on Kokkolan suurin yksityinen työnantaja. Tehtaan tuotannosta noin 85 % menee vientiin EU:n alueelle. Sinkin lisäksi tehdas tuottaa sivutuotteena myös rikkihappoa tehtaan omiin prosesseihin sekä myyntiin. Rikkihappotehdas hankittiin konserni omistukseen Kemiralta vuonna 2010. (Boliden Kokkola 2012a.)



KUVIO 1. Ilmakuva tehdasalueesta (Boliden Kokkola 2013b.)

## 2.1 Boliden-konserni

Boliden Kokkolan emoyhtiö on ruotsalainen Boliden AB. Boliden on yksi Euroopan johtavista metallialan yrityksistä. Boliden-konsernin toiminta-alueeseen kuuluu koko metallinjalostuksen alkuvaihe aina kaivostoiminnasta metallin sulatukseen. Bolidenin ydinosaminen keskittyy malmin etsintään, kaivostoimintaan, sulatukseen ja metallien kierrätykseen. Yhtiön päätuotteet ovat sinkki ja kupari, joiden lisäksi se tuottaa myös kultaa, hopeaa ja lyijyä. (Boliden Kokkola 2010b.)

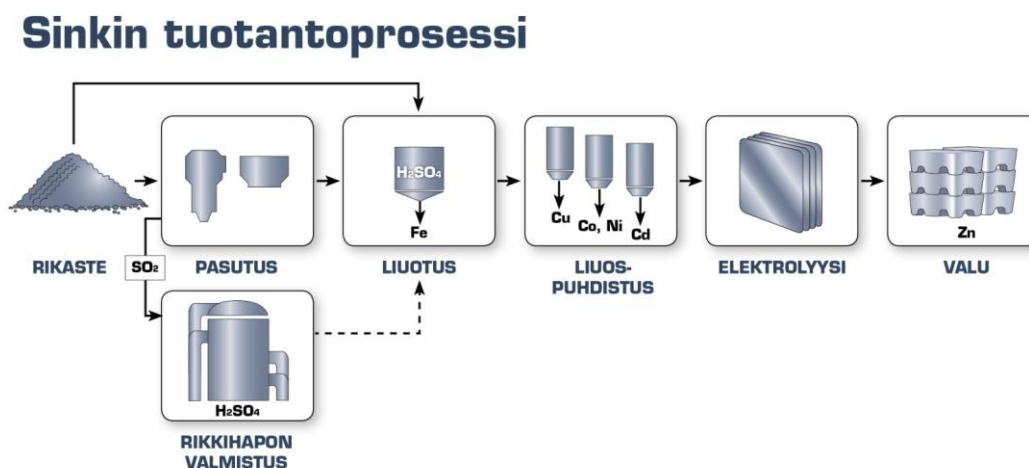
Boliden-konsernissa toimii neljä kaivosta ja viisi sulattoa, jotka sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Irlannissa. (KUVIO 2). Bolidenin markkinointiyksiköllä on taas toimintoja Ruotsin lisäksi Isossa-Britanniassa ja Saksassa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Tukholmassa. Boliden-konsernin palveluksessa työskentelee noin 4400 työntekijää. Sinkin valmistukseen käytettävä malmi louhitaan kaivoksista Ruotsissa Bolidenin alueella ja Garpenbergissä sekä Tarassa Irlannissa. Sinkin jalostus tapahtuu Kokkolan tuotantolaitoksen lisäksi myös Norjan Oddassa, jonka vuosittainen tuotantokapasiteetti on noin puolet Kokkolan tehtaan kapasiteetista. (Boliden Kokkola 2013b.)



KUVIO 2. Boliden-konsernin toimipaikat ( Boliden Kokkola 2013c.)

## 2.2 Tuotantoprosessi

Boliden Kokkola tuottaa sinkkiä elektrolyysiprosessilla. Tuotantoprosessi jakautuu kuvion 3 mukaisiin prosessivaiheisiin.



KUVIO 3. Sinkin tuotantoprosessi ( Boliden Kokkola 2013c.)

### Rikaste

Sinkin valmistus alkaa rikastetun malmin eli rikasteen toimittamisesta Kokkolan syväsatamaan, josta se siirretään kuljettimilla rikastesiiloihin. Rikaste saapuu Kokkolan syväsatamaan pääosin laivoilla Euroopasta ja Pohjois-Amerikasta. Osa tehtaan käyttämästä rikasteesta tulee Suomesta Pyhäsalmen kaivokselta rautateitse. Pääosa käytettävästä raaka-aineesta on sulfiittipitoista rikastetta, jonka sinkkipitoisuus on noin 50 %. (Boliden Kokkola 2012b.)

### Pasutus

Pasutuksen alkuvaiheessa rikaste syötetään kahteen rinnakkaiseen leijupetiuuniin, jossa sen lämpötila nostetaan 950 celsius asteeseen. Tällöin sulfiittipitoisesta rikasteesta muodostuu rikkidioksidikaasua, joka jäähdytetään ja käytetään Bolidenin

rikkihappotehtaalla rikkihapon valmistukseen. Rikkioksidikaasun luovuttama lämpö taas otetaan talteen ja hyödynnetään prosessissa. Boliden Kokkola 2012b.)

### **Pasutteen liuotus ja suoraliuotus**

Liotuksessa pasutusvaiheessa muodostunut sinkkipasute liuotetaan elektrolyysiltä saapuvaan rikkihappoon eli paluuhappoon, josta muodostuu sinkkisulfaattiliuos. Osa rikasteesta taas liuotetaan suoraan rikkihappoon. Menetelmä on Kokkolassa kehitetty sinkin suoraliuotus. Liuotuksen jälkeen sinkkisulfaattiliuoksen sisältämä rauta saostetaan ja suodatetaan pois liuoksesta jarosiitin muodossa. (Boliden Kokkola 2012b.)

### **Liuospuhdistus**

Liuotuksen jälkeen sinkkisulfaattiliuos sisältää pieniä määriä epäpuhtauksia, jotka täytyy poistaa ennen elektrolyysiä. Puhdistus tapahtuu jatkuvana kolmivaiheisena prosessina, joiden aikana liuoksesta poistetaan kuparia, kobolttia, nikkeliä ja kadmiumia. Puhdistuksessa käytetään katalyyttinä sinkkijauhetta, joka valmistetaan valimolla sijaitsevassa rakeistamossa. Puhdistettu liuos sisältää noin 150 g sinkkiä litrassa. (Boliden Kokkola 2012b.)

### **Elektrolyysi**

Liuospuhdistuksen jälkeen sinkkisulfaattiliuos pumpataan katodi-anodikennoja sisältäviin altaisiin. Katodina toimivat alumiinilevyt ja anodina lyijylevyt. Elektrolyysissä sinkki erotetaan liuoksesta sähkövirran avulla. Tällöin metallinen sinkki pelkistyy sähkövirrassa ja saostuu alumiinisten katodilevyjen pintaan. Kerros jatkaa kasvamistaan noin 36 tuntia, jolloin sinkkikerros on kasvanut tarpeeksi paksuksi ja alumiiniset katodit vaihdetaan uusiin. Sinkki irrotetaan alumiinilevyistä automaattisilla irrotuskoneilla ja kuljetetaan välivarastoon odottamaan sulatusta. Irrotettujen katodien sinkkipitoisuus on noin 99,995 %. (Boliden Kokkola 2008d.)

### 3 VALIMO

#### 3.1 Katodien sulatus

Elektrolyysiprosessilla tuotetut katodit syötetään syöttökuljettimien avulla sulatusuuneihin johtaviin syöttökuiluihin. Sinkkikatodit sulatetaan kahdella rinnakkain toimivalla sulatusuunilla: AJAX I ja AJAX II. Uunien rakenne koostuu teräskuoresta ja keraamisella massalla ja erikoistiilillä vuoratusta sisäosasta. Uunit ovat identtisiä ja niiden sulatuskapasiteetti on 75 tonnia. Sulatukseen tarvittava lämpöenergia tuotetaan uuneissa kuudella ilmajäähdytteisellä induktorilla, joiden yhteisteho on 3 MW. (Boliden Kokkola 2009b.)

Sulatusuuneista sula sinkki pumpataan rännejä pitkin joko puhtaana sinkkinä valettaviin SHG-tuotteisiin tai seostettavaksi seosuuneihin. Pumppaaminen tapahtuu grafiitista valmistetuilla sähkökäyttöisillä keskipakopumpuilla. (Boliden Kokkola 2009b.)

#### 3.2 Seosuunit

Puhtaan sinkin seostus tapahtuu kolmella rinnakkain toimivalla seosuunilla: SU1, SU2 ja SU3. Uunit ovat rakenteeltaan samantyyppisiä sulatusuunien kanssa. Seosuunit sisältävät sekoituslaitteistot, joilla seosaineet saadaan liukenemaan tasaisesti sulaan sinkkiin. Seosuunit sisältävät jokainen yhden induktorin, joilla uunien lämpötilaa pidetään yllä. (Boliden Kokkola 2009b.)

Seosuuni 1:llä valmistetaan alumiinia sisältävät tuotteet. Seostus tapahtuu syöttämällä jatkuvatoimisella annostelulaitteella alumiinigranulia seosuuniin. Seosuuni 1 on kapasiteetiltaan 30 tonnia. Seosuuni 2 toimii uudelleen sulatettavien tuotteiden kierrätysuunina sekä osittain nikkelituotteiden seostuksessa. Aikaisemmin kierrätysuunina käytetyn seosuuni 3:n kapasiteetti on 22 tonnia, ja uunilla seostetaan pääosa valmistettavista nikkelituotteista. (Boliden Kokkola 2009b.)



## **Seosvalurata 2**

Toinen valulinjoista on seosvalurata 2, nimeltään SVR2. Suurin osa valuun liittyvistä töistä valuradalla tapahtuu käsityönä. Näihin sisältyy muun muassa tuotteiden kuonaus, nosto kokilleista sekä kiilojen irrotus valmiista tuotteista. Seosvaluradan tuotanto keskittyy pääosin pienempiin tilauseriin ja erikoistuotteisiin. Seosvalurata 2:lla voidaan valaa vastaavia tuotteita kuin ensimmäisellä tuotantolinjalla. Aiemmin mainittujen tuotteiden lisäksi SVR2:lla valmistetaan kaikki 4 tonnin SHG-jumbot sekä 1,4 tonnin nikkeliseosjumbot. (Harju 2012.)

## **Harkkovalukone**

Tuotantolinjoista kolmas on automaattinen harkkovalukone VK2. Koneella valmistetaan 25 kilogramman painoisia sinkkiharkkoja sekä puhtaina että nikkelillä seostettuina. Valu tapahtuu ohjaamalla sula sinkki sulansiirtoränniä pitkin jakopyörän kautta yhteen koneen kokilleista. Valukone sisältää 160 kpl valurautaisia kokilleja, jotka on kiinnitetty yhteen pitkään pyörivään kokilliketjuun. Valun jälkeen automaattinen kuonanpoistolaitteisto poistaa kuonan sulan sinkkiharkon pinnalta, jonka jälkeen vielä sulia harkkoja jäähdytetään vesisuihkulla ennen niiden kulkeutumista taittopyörälle. Seuraavaksi koneen vasarat irrottavat harkot kokilleistaan, jonka jälkeen harkot kulkeutuvat kääntörummun avulla jäähdytyskuljettimelle. Jäähdytyskuljettimen alussa harkot vielä käännetään kääntölaitteen avulla ympäri jalkaharkkoja lukuun ottamatta. (Boliden Kokkola 2008c.)

Jäähdytyskuljettimen päässä latojarobotti poimii harkot 4 kpl kerrallaan ja lataa harkot päällekkäin kymmeneen kerrokseen poistokuljettimen päälle. Ladonnan jälkeen ladottu harkkokasa oikaistaan nipunoikojalla. Ennen poistokuljettimelta varastoon siirtoa nippuihin tulostetaan vielä tuotemerkintä. (Boliden Kokkola 2008c.)



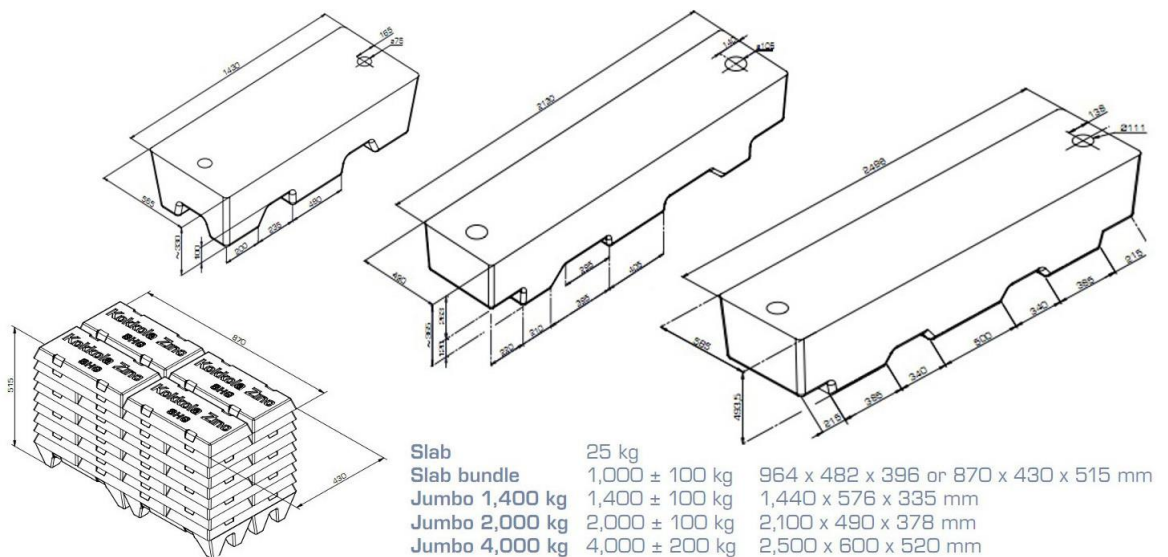
### 3.4 Tuotteet

Boliden Kokkola valmistaa usean eri kokoluokan sinkkituotteita. Tässä luvussa käsitellään tarkemmin näitä eri tuotteita ja niiden seosvariaatioita.

#### 3.4.1 Puhtaat sinkkituotteet

SHG-sinkki on yksi Bolidenin päätuotteista. Boliden valmistaa SHG-tuotteita aina 25 kilogramman painoisista sinkkiharkoista neljän tonnin jumboharkkoihin. Kuviossa 5 esitetään Boliden Kokkolan SHG-sinkistä valmistamat päätuotteet. Pienimmät 25 kilogramman sinkkiharkot pinotaan 40 kappaleen nippuihin, ja niistä muodostuu noin 1000 kilogramman harkkokasa. Harkkojen lisäksi SHG-sinkkiä valmistetaan 1400, 2000 ja 4000 kilogramman sinkkijumboina. (Boliden Kokkola 2012b.)

#### Technical Specification



KUVIO 5. Valmistettavat SHG-tuotteet (mukaillen Boliden Kokkola 2012b.)



### 3.4.2 Seostuotteet

SHG-sinkin lisäksi Boliden valmistaa sinkkituotteitaan myös eri seosaineilla seostettuina. Seosaineista eniten käytetty on alumiini. Alumiinipitoisuus vaihtelee tuotteissa 0,1 %:sta aina Galfan-tuotteiden lähes 5 %:n alumiinipitoisuuteen. Alumiini-seosteisia sinkkituotteita valmistetaan 1400 kilogramman sekä 2000 kilogramman painoisina niin ensimmäisellä kuin toisellakin valulinjalla. (Harju 2012.)

Uusimpina tuotteina Boliden tarjoaa Zinigal- ja Zinigal-plus-tuotteita. Nimensä mukaisesti Zinigal-tuotteet sisältävät sinkin lisäksi seosaineena nikkeliä (Ni) ja Zinigal-plus tuotteet lisäksi myös pieniä määriä vismuttia (Bi). Tuotteiden nikkeliipitoisuudet vaihtelevat välillä 0,1–0,5 %. Nikkeli-sinkkiseoksista valetaan sekä harkkonippuja että 1400 kilogramman jumboja. (Harju J. 2012.)

### 3.4.3 Sinkkituotteiden käyttökohteet

Sinkki on maailman neljänneksi käytetyin metalli. Suurin osa tuotetusta sinkistä käytetään teräksen pinnoitukseen suojaamaan teräskappaleita korroosiolta. Jo hyvin ohut, 10–15 µm:n paksuinen galvanoimalla valmistettu sinkkikerros pystyy moninkertaistamaan teräsrakenteen eliniän. Pinnoitteen lisäksi sinkin muita käyttökohteita löytyy sen käytössä muun muassa seosaineena metallien valmistuksessa sekä komponentteina akuissa ja paristoissa. Metallia käytetään sinkkioksidin muodossa myös muun muassa kumin ja erityisesti ajoneuvojen renkaiden valmistuksessa sekä erilaisiin käyttökohteisiin lääketeollisuudessa. (Boliden Kokkola 2012a.)

Bolidenin valmistamista sinkkilaaduista SHG-sinkki sopii lähes kaikkiin käyttökohteisiin ja on asiakkaan seostettavissa käytön kannalta tarvittavilla lisäaineilla. Bolidenin valmistamien SHG-tuotteiden sinkkipitoisuus täyttää Lontoon metallipörssin SHG-sinkille asettaman vähintään 99,995 %:n sinkkipitoisuuden vaatimuksen. (Boliden Kokkola 2012b.)

Nikkeliä sisältävät sinkkiseokset, Zinigal-seokset, on suunniteltu tarjoamaan val-

miiksi seostettu sinkkilaatu sopimaan erityisesti teräksen galvanointiin. Valmiilla seostuksella voidaan nopeuttaa asiakkaan prosessia sinkin käytössä poistaen samalla muuten tarvittavan seostusvaiheen ja näin säästään asiakkaan aikaa, vai-  
vaa ja kustannuksia. Zinigal-seoksien käyttöönotto onnistuu myös ilman prosessi-  
muutoksia, ja teknisten ominaisuuksien vuoksi sen käytöllä saadaan useita paran-  
nuksia sinkitysprosessiin. Zinigal-seoksien käytöllä galvanoinnissa saadaan puh-  
taan sinkin käyttöön verrattuna parempi tarttuvuus, kulutuksen kesto sekä kirk-  
kaampi ja tasaisempi pinnoite (KUVIO 6). Samalla saadaan myös luotua jopa 10–  
15 % kustannussäästöt Zinigalin mahdollistaman ohuemman pintakerroksen joh-  
dosta. (Boliden Kokkola 2012c.)



KUVIO 6. Zinigal-seoksien ominaisuudet (Boliden Kokkola 2012c.)

Zinigal-plus, sinkki-nikkeliseos sisältäen myös vismuttia. Tämä on Zinigal-seoksien tapaan kohdistettu teräksen galvanointiteollisuudelle. Lyijyn käyttöä pyritään mo-  
nissa tuotteissa vähentämään, ja sama koskee myös sen käyttöä seosaineena  
sinkissä. Vismutin seostuksella pyritään korvaamaan lyijyn käyttöä pintajännityk-  
sen pienentämiseksi sulassa seoksessa. (Boliden Kokkola 2012c.)

## 4 LAATU

Laadulla kerrotaan olevan kaksi merkitystä: sopivuus käyttötarkoitukseen ja yhdenmukaisuus vaatimusten kanssa. Jälkimmäisessä tapauksessa tilastollinen laatu mittaa laadun vaihtelua. Laadun mittana voidaan myös käyttää asiakastyytyväisyyttä. Kun laatua käytetään terminä johtamisen yhteydessä, laatu tarkoittaa kilpailukykyä. (Laamanen & Tinnilä 2002, 70–71.)

Yrityksen sisäinen laatu tulisi aina pyrkiä maksimoimaan, koska juuri viallisten tuotteiden valmistaminen on mittavaa materiaalin, työn ja kapasiteetin tuhlausta. Ulkoinen laatu ilmenee taas tuotteen ja siihen liittyvän palvelun kykynä täyttää asiakkaan asettamat vaatimukset. Ulkoisessa laadussa tärkeää on se, että toteutuva laatutaso vastaa asiakkaan tuotteelle asettamia vaatimuksia. (Miettinen 1993, 14.)

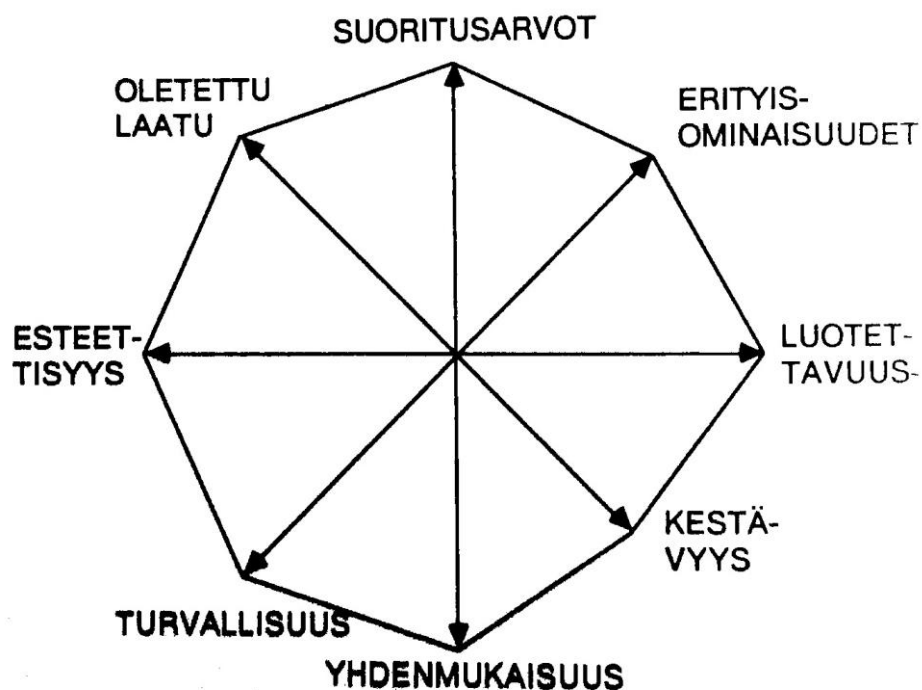
### 4.1 Laatuajattelu

Laadun määritelmään sisältyy se, että virheitä ei tehdä ja asiat tehdään oikein heti ensimmäisellä kerralla. Virheettömyyden lisäksi on tärkeää ottaa huomioon kokonaislaatu. Tärkeää on myös valmistaa tuote juuri käyttötarkoituksen mukaiseksi ja välttää ns. ylilaadun tekemistä. Ylilaatua ovat tuotteen ominaisuudet, joita valtaosa asiakkaista ei tule koskaan käyttämään tai jotka tekevät laitteen käytön vaikeaksi. Tuote saattaa olla toiminnaltaan erinomainen, mutta asiakas ei välttämättä ole valmis maksamaan tästä tuotteen ylilaadusta. (Lecklin 2002, 20.) Laatutason määrittelee siis viime kädessä asiakas. Tarkoituksen mukaista ei siis aina ole tehdä korkeinta mahdollista laatua, jos tuotteen tai palvelun hinta-laatusuhde vastaa asiakkaan odotuksia. (Miettinen 1993, 44.)

Silénin (2001) mukaan laadun voi jakaa tuotteen laatuun ja toiminnan laatuun. Organisaation tuotteiden laadulla tarkoitetaan asiakkaalle syntyvää käsitystä organisaatiosta ja sen tuotteiden laadusta. Yritykselle on myös tärkeää se, miten asiakas kokee yrityksen tuotteet kilpailijoihin verrattuna. (Silen 2001, 16)

#### 4.1.1 Tuotteen laatu

Tuotteen laatu on monien osatekijöiden summa, ja on tärkeää, että kaikki tuotteen laadun kannalta tärkeät tekijät sisällytetään laatu käsitteeseen. Tuotteen laadulla kuvataan kaikkia niitä piirteitä ja ominaisuuksia, joilla tuote täyttää sille asetetut vaatimukset. Tuotteen lopullisen käyttäjän lisäksi tuotteen laadulle asettavat vaatimuksia mahdolliset väliportaavat, kuten tuotetta välittävät yritykset sekä joissain tapauksissa ulkoiset tahot ja viranomaiset. (Salminen 1990, 10) Salmisen (1990) mukaan tuotteen laadun voi jaotella tarkoituksenmukaisiin osatekijöihin (KUVIO 7).



KUVIO 7. Laatuavaruuden osatekijät (Salminen 1990, 10.)

Salmisen (1990) hahmotelma laatuavaruudesta sisältää fyysisten tuotteiden laadun kahdeksan osatekijää. Suorituskyky kuvaa tuotteen mitattavissa olevia suoritusarvoja, joihin voidaan lukea esimerkiksi nopeus ja teho. Tuotteen erityisominaisuudet, kuten lisälaitteet, ovat kiinteästi sidottuina tuotteen suoritusarvoihin. Luotettavuudella tarkoitetaan laskettavissa, mitattavissa tai arvioitavissa olevaa tuotteen käyttövarmuutta. Kestävyys kuvaa tuotteen elinikää tunnetuissa käyttöolosuhteissa tai tuotteelle tarkoitettussa käytössä. Tuotteen yhdenmukaisuuden vertailuun

otetaan mahdolliset tuotestandardit sekä tuotteet keskenään. Yhdenmukaisuuteen vaikuttavat tuotteissa satunnaisesti olevat valmistusvirheet ja muutokset. Turvallisuus kuvaa tuotteen käyttäjälleen ja ympäristölle aiheuttamien turvallisuusriskien määrää. Tuotteen esteettisyydellä tarkoitetaan tuotteen ulkonäköön liittyviä ominaisuuksia, kuten tuotteen väri, muoto ja viimeistelyn taso. Oletettu laatu kuvaa tuotteeseen kohdistettuja vaatimuksia, jotka syntyvät mainonnan, yrityksen imagon, aikaisempien kokemusten ja kilpailevien tuotteiden synnyttämien mielikuvien perusteella. (Salminen 1990, 11.)

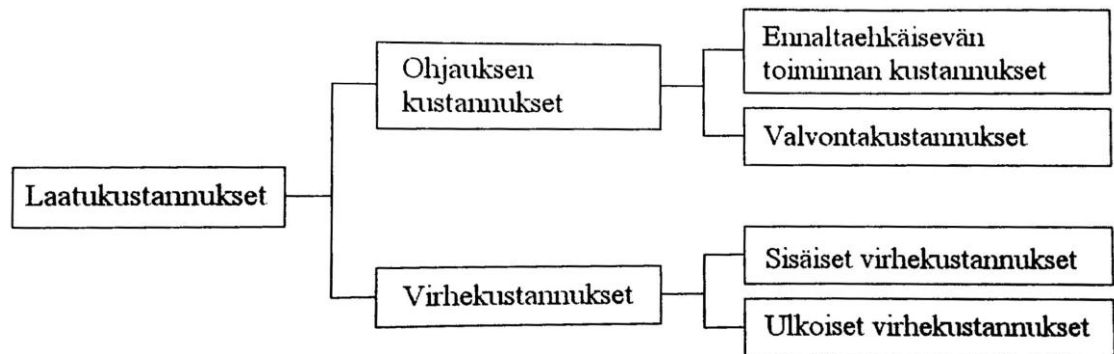
#### **4.1.2 Toiminnan laatu**

Silén (2001) kertoo toiminnan laadun tarkoittavan organisaation toimintojen ja prosessien kykyä saavuttaa laadun eri näkökulmien mukainen laatu ja laaduntuotto-kyky. Toiminnan laatu on tällöin toisaalta organisaation sisäisen toiminnan ja prosessien tehokkuutta ja virheettömyyttä. (Silén 2001, 17.) Toiminnan laadulla tarkoitetaan tuotteen laadun aikaansaamista, jolloin huomio on kohdistettu tuotteen suunnittelun ja valmistuksen eri vaiheisiin. Toiminnan laatu koskee kaikkia yrityksen toimintoja, prosesseja ja työtehtäviä. (Salminen 1990, 13.) Hyvin johdetussa yrityksessä ei laatua käytetä erillisenä käsitteenä tai toimintona, vaan johto ottaa huomioon laadun kaikessa toiminnassaan (Silén 2001, 17).

Salminen (1990) mukaan toiminnan laadun merkitys ulottuu laajalle. Toiminnalliset virheet aiheuttavat turhaa valvonta- ja paikkaustyötä, joka saattaa viedä henkilöstön työajasta jopa 20–40 %. Lisäksi toiminnalliset virheet aiheuttavat usein tuotteen laadun lisäksi haittaa myös asiakassuhteille. Toiminnan laadun virheet altistavat myös virheisiin työsuorituksissa, Työsuoritusten virheet heikentävät myös työilmapiiriä, ja kun henkilösuhteet kärsivät, kärsii myös laadunparannustyö. Toiminnan laatu on siis tärkeä kehittämisen kohde. (Salminen 1990, 17.)

## 4.2 Laatukustannukset

Laatukustannukset ovat kustannuksia, jotka syntyvät yritykselle sen pyrkiessä varmistamaan, että tuotteet vastaavat asiakkaiden vaatimuksia. Laatukustannukset muodostuvat ohjauksen kustannuksista sekä virhekustannuksista (KUVIO 8.) (Lecklin 2002, 175.)



KUVIO 8. Laatukustannukset (Pajula 2002, 49.)

Ohjauksen kustannukset voidaan lukea laatua edistäviin kustannuksiin, joiden avulla pyritään virheiden ennaltaehkäisyyn ja eliminointiin. Virhekustannukset taas muodostuvat huonosta laadusta. (Lecklin 2002, 175.) Virhekustannuksien jako sisäisiin- ja ulkoisiin virhekustannuksiin riippuu siitä, missä vaiheessa virhe havaitaan. (Pajula 2002, 49.)

### Ennaltaehkäisevän toiminnan kustannukset

Ennaltaehkäisevillä kustannuksilla pyritään ennakolta poistamaan mahdolliset virhelähteet ja laaturiskit. Ennakoiviin toimintoihin voidaan lukea suunnittelu, kehittäminen ja koulutus. Laadun tarkastusta ja ylläpitoa voidaan vähentää suuntaamalla resursseja näihin toimintoihin. Esimerkkejä ennalta ehkäisevistä toiminnoista ovat laatukoulutus, toiminnan suunnittelu, prosessien kehittäminen ja laatujärjestelmän rakentaminen. (Lecklin 2002, 179.)

## **Valvontakustannukset**

Valvontakustannukset ovat ylläpitokuluja, joiden aiheuttajia ovat valvonta ja tarkastukset, katselmukset, testaukset ja koeajot, laatutietojen keruu ja analysointi sekä virheiden käsittelyrutiinit. (Lecklin 2002, 178.)

## **Sisäiset ja ulkoiset virhekustannukset**

Sisäiset virheet ovat virheitä, jotka havaitaan yrityksen sisällä ja korjataan, ennen kuin tuote ehditään toimittaa asiakkaalle. Sisäisiin virheisiin kuuluvat myös huonosta toiminnan suunnittelusta ja virhetoiminnasta aiheutuneet kustannukset. Sisäisten virhekustannusten aiheuttajia ovat mm. sisäisesti havaittujen virheiden korjaaminen, virheiden tekeminen, ylityöt, joutoaika, korjauslinjat tai selvitysosastot tai hylkytavara sekä toimittajien tuotteiden huono laatu. Monissa yrityksissä suurin osa laatukustannuksista on sisäisiä virhekustannuksia. (Lecklin 2002, 177.)

Ulkoiset virhekustannukset aiheutuvat siitä, kun asiakas havaitsee virheen ja tämä virhe tai laaduttomuus korjataan. Kun virhe on päässyt asiakkaalle asti, on prosessien laadunvarmistus pettänyt. Nämä ulkoiset virheet ovat yrityksen kannalta kaikkein vaarallisimpia, sillä niillä on negatiivinen vaikutus imagoon. Ulkoisten virheiden korjaus on usein myös kustannuksiltaan kalliimpaa kuin heti valmistuksen jälkeisen virheen korjaaminen. Ulkoisia virhekustannuksia ovat mm. takuukustannukset, vahingonkorvaukset, viivästyskorot, rästitoimitusten kustannukset, valitusten käsittelykustannukset, alennukset tuotevirheistä sekä palautettujen tuotteiden kustannukset. (Lecklin 2002, 177.)

Kilpailu on koventunut viime vuosina niin, ettei resursseja voi tuhlaata valmistamalla huonolaatuisia tuotteita. Yritysten kannattaa pyrkiä valmistamaan korkealaatuisia tuotteita, sillä kallista valmistustyötä ei ole järkevä tuhlaata huonolaatuisten tuotteiden tuottamiseen. (Miettinen 1993, 44.)

## 5 SINKKITUOTTEIDEN LAATU

Bolidenin valimolla valmistetut tuotteet menevät suoraan vaativille asiakkaille. Asiakassuhteiden ylläpidon ja yrityksen toiminnan jatkuvuuden kannalta on erittäin tärkeää, että tuotteiden laatu pidetään ensiluokkaisena. (Boliden Kokkola 2009a.)

Valettujen tuotteiden laatua kuvaavat seuraavat piirteet:

- tuotteen kemiallinen puhtaus (mahdollisimman vähän epäpuhtauksia)
- seostuotteet analyysirajoissa ja analyysin hajonta pientä
- tuotteen fyysinen rakenne (ei onkaloita, ei tuhkaa eikä kuonaa tuotteessa)
- kiilojen reiät täsmälleen oikeilla paikoilla
- tuotteen paino oikea ja painon hajonta pientä
- tuotteen fyysinen ulkonäkö virheetön (ei kuonaa pinnalla eikä tuotteen sivuilla, ei repeämiä pohjassa, ei likaa tuotteen pinnoilla)
- oikeat ja siistit tuotemerkinnät (Boliden Kokkola 2009a).

### 5.1 Laadunvalvonta tuotannossa

Perusta laadukkaalle tuotteelle tehdään katodintuotannossa, jonka tehtävänä on valmistaa mahdollisimman puhdasta katodisinkkiä. Seuraavan vaiheen kemiallisen laadun varmistuksen tekevät ja varmistavat valimolla seostaja ja uunimies, jotka tarkkailevat analyysijä ja pitävät seostuotteiden analyysit mahdollisimman tarkoin annetuissa rajoissa. (Boliden Kokkola 2009a.)

Tuotteen fyysisen laadun tekee ja varmistaa valutyöntekijä, (myöhemmin valuri), valulinjalla. Valuri tarkastaa silmämääräisesti jokaisen tuotteen samalla kun irrottaa tuotteen kokillista tai kun siirtää tuotteen valulinjalta jäähdytysvarastoon. Hylkyyn menevät tuotteet ja hylkäämisen syyn valuri kirjaa hylkyraporttiin. Lisäksi valuri varmistaa, että tuotteen merkintä on asianmukainen. Valuri ottaa myös valetuista tuotteista näytenapit, jotka toimitetaan laboratorioon analysoitavaksi. (Boliden Kokkola 2009a.)



Viimeinen vaihe laaduntarkkailussa tapahtuu tuotetoimistolla. Tuotetoimisto on valimon jälkeinen osasto, joka sijaitsee Kokkolan syväsatamassa. Siellä tuotteet punnitaan, harkkoniput sidotaan ja merkitään uudelleen asiakasvaatimusten mukaisesti. Yli- ja alipainoiset tuotteet palautetaan uudelleen sulatukseen. Myös mikäli valimolta on jostakin syystä päässyt tuotetoimistolle fyysisesti huononnäköisiä tai analyyseltään hylättäviä tuotteita, tuotetoimisto palauttaa ne valimolle sulatettavaksi ja uudelleen valettavaksi. Päävastuu laadun varmistamisesta on kuitenkin valimolla, eikä tuotetoimistolle asti ole tarkoitus päästää hylättäviä tuotteita. (Boliden Kokkola 2009a.)

## **5.2 Tuotteiden luokittelu ja laatukriteerit**

Valmistettavat tuotteet menevät asiakkaille jatkojalostukseen, joka yleensä alkaa tuotteiden sulatuksella. Tästä huolimatta tuotteiden fyysinen ulkonäkö on tärkeä ominaisuus asiakkaille. Kemiallisen puhtauden ollessa tärkeysjärjestyksessä ensimmäisenä on myös tuotteen fyysisillä ominaisuuksilla suuri arvo. (Harju 2012.)

Osa asiakkaista käyttää kiilojen reikiä tuotteiden siirtoon ja tästä syystä niiden sijainnin täytyy vastata tarkasti piirustusten mittoja. Tuotteiden ulkopinnan on myös tärkeää olla mahdollisimman virheetön eikä se saa sisältää halkeamia tai onkaloit. Tuotteet kuljetetaan pääsääntöisesti laivoilla pitkän matkan päähän Eurooppaan, ja kuljetuksessa ne voivat altistua lialle ja kosteudelle. Mikäli tuotteen halkeamaan kerääntyy vettä, jota ei kuivata ennen sulatusta höyrystyy vesi sulatuksen aikana ja poistuu sulasta räjähdysmäisesti. Tämä voi aiheuttaa vaaratilanteita ja ongelmia tuotantoprosessiin. (Harju 2012.)

Teknisten ja kemiallisten ominaisuuksien lisäksi ei voi sulkea pois tuotteiden esteetiikan vaikutusta. Mikäli asiakas saa valita kahdesta kemiallisesti vastaavasta tuotteesta, valitaan todennäköisesti ulkonäöllisesti parempi yksilö. Tuotteiden ulkonäkö on siksi yksi tärkeä kilpailutekijä. (Harju 2012.)

## Laatukriteerit

Bolidenin lopputuotteiden laatukriteereihin on kirjattu tarkastusohjeita ja huomioitavia kohteita eri tuotteille valulinjoittain (Boliden Kokkola 2009a).

### JVK1

Automaattisella jumbovalukoneella (JVK1) on erityisesti huomioitava, että automaattiskimmarin tekemä skimmaustulos on hyvä, kuten kuviossa 9 esitetyissä jumboissa. Tästä syystä on erittäin tärkeää, että skimmauslastat pidetään hyvässä kunnossa. Mikäli jostain syystä valmistetaan huonosti skimmattuja tai kokonaan skimmaamattomia tuotteita, on ne hylättävä. Esimerkkinä on kuvion 10 skimmaamaton jumbo. (Boliden Kokkola 2009a.)

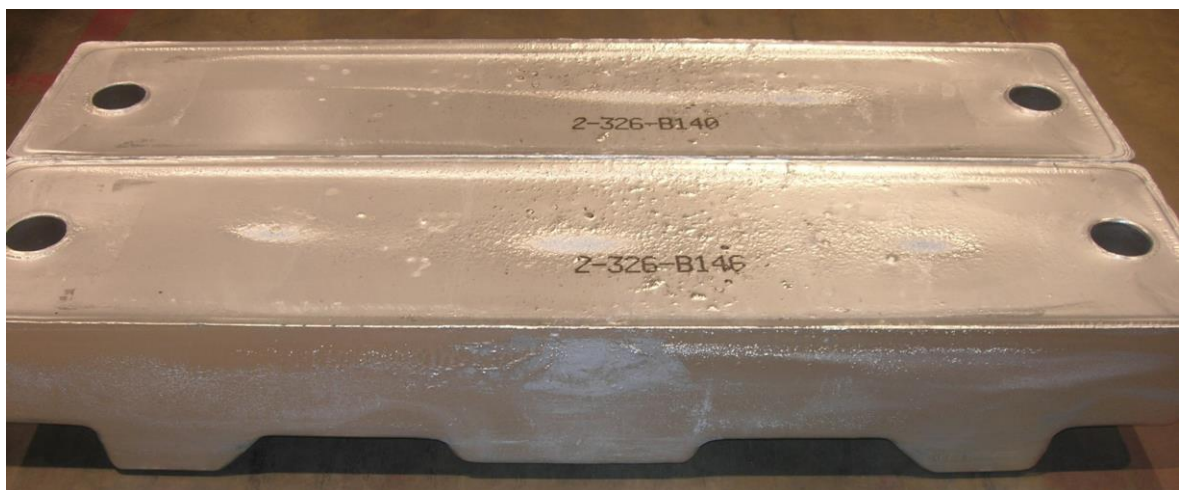


KUVIO 9. Hyvälaatuisia CGG-seosjumboja (Boliden Kokkola 2009a.)



KUVIO 10. Kuonaamaton 1,4 tonnin SHG-jumbo

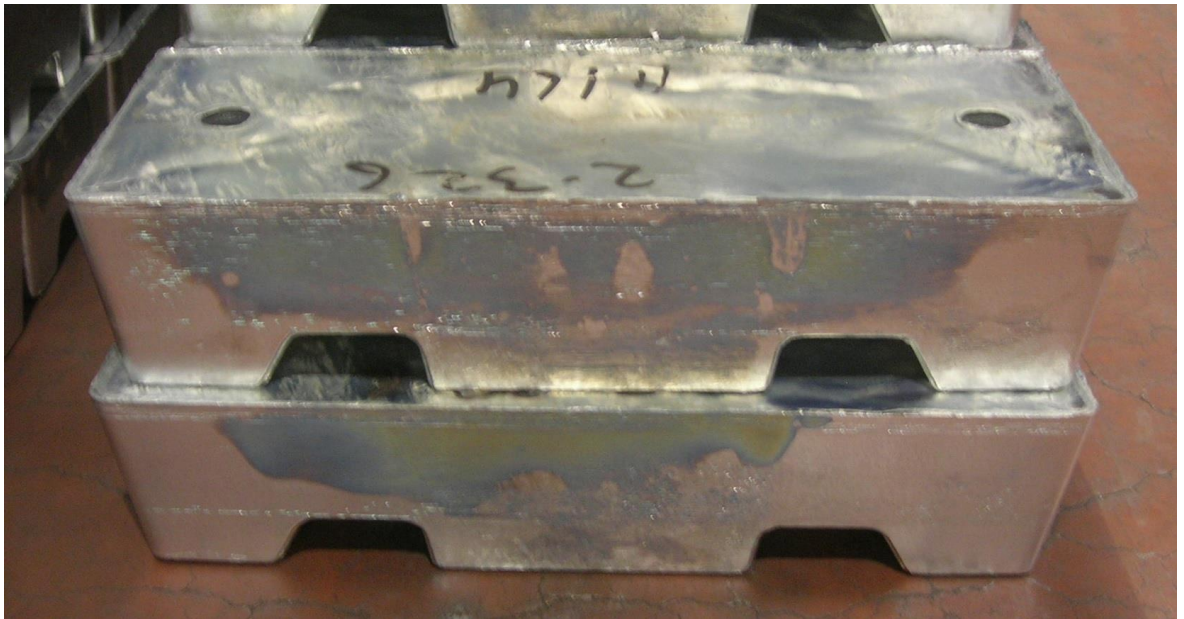
Lämmityskansien käyttö valukoneella on välttämätöntä. Tällä estetään onkaloiden jääminen tuotteiden sisälle. Tuotemerkinnän luettavuus on yksi tarkastuskohteista. Kuviossa 11 esiintyvät seosjumbot sisältävät selvästi luettavissa olevan automaattituotemerkinnän. Jumbojen päällä on pientä, hyväksyttävää pintavirhettä. Mikäli automaattimerkintä on epäselvä, on tuotteeseen lisäksi tehtävä käsimerkintä. (Boliden Kokkola 2009a.)



KUVIO 11. Seosjumbot automaattimerkittyinä

## SVR2

Seosvalurata 2:lla (SVR2) tuotteet skimmataan käsin. Skimmaus on tehtävä huolellisesti ja kuonaa ei saa jäädä tuotteeseen. Myös tuotteen käsinmerkitseminen on tehtävä selvästi (KUVIO 12). (Boliden Kokkola 2009a.)



KUVIO 12. 1,4 tonnin SHG-jumbo käsimerkittyinä

Toisinaan seosvaluradalla valettaessa tuotteen pohjaan muodostuu tuotteen pinnasta erillinen irtoliуска, kuten kuvion 13 jumbossa. Tämä syntyy, jos kokillin täytön alkuvaiheessa sinkkiä pääsee roiskumaan kokillin toiseen pätyyn ja roiskunut sinkki jähmettyy omaksi faasikseen. Tätä roiskumista pitää yrittää välttää täytön aikana. Lisäksi jos tuotteen pohjaan tulee kaikesta huolimatta repeämä, on ko. tuote ehdottomasti hylättävä. (Boliden Kokkola 2009a.)





KUVIO 13. Tuotteeseen muodostunut irtoliuska (Boliden Kokkola 2009a.)

## **VK2**

Harkkoja valettaessa on varmistuttava, että skimmari tekee hyvää skimmaustulosta. Skimmauslastat on pidettävä hyvässä kunnossa ja skimmari säädettynä niin, että kuonan poisto on onnistunut. Harkoista on pyrittävä tekemään tasapaksuja ja pinnankorkeus kokilleissa on säädettävä niin, että 40 harkon nippu on oikean painoinen ja siistin näköinen (KUVIO 14). (Boliden Kokkola 2009a.)



KUVIO 14. Hyvälaatuinen harkkonippu

Mikäli harkkojen pohjaan jää kuonaa on tuote hylättävä. Jos harkkonippu on epätasaisesti kasautunut tai kerrokset ovat kallistuneet, kielii se kuonasta harkon pohjassa tai räjähtäneestä harkosta. Tällöin harkkonippu on hylättävä (KUVIO 15). (Boliden Kokkola 2009a.)



KUVIO 15. Kuonaamaton harkko (Boliden Kokkola 2009a.)



Koneen automaattimerkinnän laatua tuotteissa on valvottava. Mikäli tuotemerkintä puuttuu tai on epäselvä, tuotteeseen on tehtävä käsin merkintä selvästi, kuten kuvion 16 tuotteissa. (Boliden Kokkola 2009a.)



KUVIO 16. Käsin merkityt harkot

### 5.3 Laatupoikkeamat

Tuotannossa valmistettavien sinkkituotteiden laadussa tapahtuu vaihtelua. Laite-ongelmien vuoksi tuotteen pintaan voi jäädä kuonaa, tai tuotteen jäähtyessä sen pinta saattaa halkeilla. Nämä vialliset tuotteet pyritään laaduntarkkailussa seulomaan pois tuotannosta ja sulattamaan uudelleen. Laaduntarkkailu tehdään Bolidenin laatuksien mukaisesti. (Harju 2012.) Muutamissa tapauksissa laaduntarkkailijan seulan läpi on kuitenkin asiakkaalle päässyt viallinen tuote, josta on kertynyt reklamaatio (Myllymäki 2012).

## 6 LAADUNVALVONNAN KEHITTÄMINEN

Laadunvalvonta on nykymuodossaan pääosin täysin toimivaa, ja hylättävät tuotteet poimitaan tuotannosta uudelleen sulatukseen. Laadunvalvontaan on kuitenkin löytynyt muutamia kehityskohteita. Tuotteiden jäljitettävyyden hoito on nykyisin pääosin tuotemerkinnän perusteella. Tuotemerkinnän perusteella pystytään tarvittaessa selvittämään muun muassa tuotteen valmistuspaikka ja valmistukseen käytetty tuotantolinja. Valimolla tehtävä tuotemerkintä sisältää tuotantovuoden, valmistuspaikan, rännitunnuksen sekä päivän alusta juoksevan kollinumeron. (Harju 2012.)

Tuotemerkinnän ensimmäinen numero kuvaa tuotantovuotta, joka on meneillään olevan vuoden viimeinen numero. Seuraava numero tuotemerkinnässä on valmistuspaikka, joka on juokseva numero ja alkaa vuoden alusta numerosta yksi. Tuotemerkinnän kirjain kertoo rännitunnuksen, joka määräytyy sen perusteella, mistä uunista sinkki pumpataan. Se kertoo myös itsessään, onko tuote puhdasta tai seostettua sinkkiä. Jokaiseen rännitunnukseen liittyy juokseva kollinumero, joka alkaa päivän alusta numerosta yksi. Kuviossa 17 annetaan esimerkki jumbotuotteisiin tehdystä tuotemerkinnästä. (Harju 2012.)



KUVIO 17. Tuotemerkintä 2 tonnin jumbossa



Kemiallisen analyysin sekä fyysisten ominaisuuksien perusteella hylätyt tuotteet toimitetaan uunien läheisyyteen uudelleen sulatettavaksi. Uudelleen sulatetut tuotteet merkitään käytössä olevaan hylkyraporttiin. Hylkyraportti on sisällytetty Excel-pohjaiseen vuororaporttiin, johon merkitään myös valetut tuotteet vuoroittain. Hylkyraportti sisältää siis vain jo uudelleen sulatetut tuotteet. Sulatettujen tuotteiden ja määrien merkitseminen hoidetaan aina käsin vuorokohtaisesti. Tietojen paikkansapitävyys on siis täysin valurien täsmällisyyden varassa. Hylkyraportin tietoihin joudutaankin suhtautumaan pienellä varauksella. Sama koskee myös hylkyprosentin laskemista tietojen perusteella. (Harju 2012.) Kuviossa 18 on esitettyä nykyinen hylkyraportti

Päivämäärä      vuoro	Syötetyt jumbot 2 t	Syötetyt jumbot 1,4	Syötetyt kamit	Syötetyt harkot (nip.)	Syötetyt jumbot 4t
	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl
1.1.2013 a					
1.1.2013 i					
1.1.2013 y					
2.1.2013 a					
2.1.2013 i					
2.1.2013 y					
3.1.2013 a					
3.1.2013 i					
3.1.2013 y					
4.1.2013 a	2				6
4.1.2013 i	2			5	
4.1.2013 y					
5.1.2013 a					
5.1.2013 i					
5.1.2013 y					
6.1.2013 a					
6.1.2013 i	6	30	50		
6.1.2013 y					3
7.1.2013 a			53		
7.1.2013 i		6	30	1	
7.1.2013 y					

KUVIO 18. Vuororaportin hylkyraporttiosio (Boliden Kokkola 2013a.)

Lopputuotteiden laadunvalvonta on otettu yrityksessä kehityskohteeksi, ja korvaava järjestelmä nykymallille on ollut suunnitteilla.

## **6.1 Laadunvalvonnan tavoitteet**

Laadunvalvonnan kehittämisen tavoitteena on ollut luoda lopputuotteiden laadunvalvontajärjestelmä, jolla valmistettujen tuotteiden laatu arvioidaan ja tarkastustiedot rekisteröidään järjestelmään. Lisäksi on tarkoitus luoda tallennetusta tarkastustiedosta luotettava tietokanta, josta valmistetut tuotteet ovat jäljitettävissä myöhempää tarkastelua varten. Tietokannasta halutaan koostaa myös monipuoliset raportoinnit, joiden avulla voidaan tutkia tuotteiden laatutietoja. Laatutietoja halutaan käyttää myös tuotantolinjojen ja eri tuotteiden laadun seurantaan sekä tuotteiden ja toiminnan kehittämiseen. (Boliden Kokkola 2010a.)

## **6.2 Tuotetoimiston laatuluokittelujärjestelmän suunnitelma**

Laadunvalvontajärjestelmän aktiivinen kehittäminen on alkanut jo vuonna 2010, jolloin suunnitelmissa oli laatuluokittelujärjestelmän sijoittaminen tuotetoimistolle. Alustava suunnitelma sisälsi tuotetoimistolle sijoitettavan osittain automaattisesti toimivan laatuluokittelujärjestelmän. Laatuluokittelujärjestelmä oli alun perin suunniteltu sijoitettavaksi punnituslaitteiston yhteyteen tuotetoimistolla ja luokittelun suunniteltu tapahtuvan punnituslaitteiston toiminnan yhteydessä. (Boliden Kokkola 2010a.)

Laatuluokittelussa suunniteltiin määritettävän tuotteille niiden fyysisiin ominaisuuksiin perustuvat laatuluokat. Laatuluokittelussa jokaiselle laatukselle suunniteltiin annettavaksi viisitasoinen kollikohtainen laatutasonumerointi, jossa 1 on paras ja 5 huonoin. Laatuluokat 1–4 kelpaavat toimitukseen, ja 5 menee uudelleen sulatukseen. Laadunvalvonta oli suunniteltu tehtäväksi erikseen tuotteen pinnan laadulle ja tuotteen sivupintojen laadulle. (Boliden Kokkola 2010a.)

Laatuluokittelu oli suunniteltu toteutettavaksi operaattorin ja järjestelmän konenäön yhdistelmänä. Tuotteesta saadun konenäkökuvan perusteella järjestelmä tulisi antaa automaattisesti laatuluokan ainakin seuraaville pinnan laatu poikkeamille: kiilareikien paikat, kuonan määrä, epäpuhtaudet, halkeamat, onkalot ja kohonneet reunat. Loput pinnanlaadun poikkeamat, joita ei automaattisesti kyettä luokittele-

maan, syötettäisiin käyttäjän toimesta käsin kosketusnäytön kautta. (Boliden Kokkola 2010a.)

Kun kaikki laatukriteerit on saatu annetuksi, järjestelmän tulisi laskea tuotteelle varsinainen yhteislaatulokka. Jos yksikin laatukriteeri olisi luokassa 5 (ei toimitukseen kelpaava), myös yleislaatulokka olisi silloin 5. Muuten yleislaatulokka laskettaisiin painotettua keskiarvolaskentaa käyttäen. (Boliden Kokkola 2010a.)

Tuotetoimistolle suunniteltu järjestelmä eteni vuonna 2011 investointipäätöksen hakemiseen asti, mutta lopulta suunnitelma hylättiin. Syitä olivat muun muassa konenäön heikko soveltuvuus kiiltävän sinkkipinnan lukemiseen ja sen pintavirheidensä löytämiseen. Järjestelmän ja tarvittavan laitteiston kokonaishinta muodostui myös hyvin suureksi. (Harju 2012)

Järjestelmän hylkäämisen perusteena oli myös se, että sijoituspaikaksi oli valittu tuotetoimisto. Valimolla valmistettavat tuotteet kuljetetaan erikoisvalmistetulla sinkinkuljetusajoneuvolla noin kilometrin päähän satamaan tuotetoimistolle. Siellä hylättävät tuotteet jouduttaisiin toimittamaan taas takaisin valimolle uudelleen sulattavaksi. Tämä lisäisi tuotteiden edestakaisin kuljetusta ja saattaisi samalla heikentää valimolla tapahtuvaa laadunvalvontaa luokittelun siirryttyä tuotetoimistolle. (Harju 2012)

## 7 VALIMON LAADUNVALVONTAJÄRJESTELMÄ

Tuotetoimiston laatuluokittelujärjestelmän suunnitelman kariuduttua ei laadunvalvontajärjestelmän idean kehittämistä kuitenkaan kokonaan haudattu. Tarve laadunvalvonnan kehittämiseksi pysyi, ja tuotekehityksen sekä jatkuvan parantamisen luoma paine ajoi jatkamaan järjestelmän suunnittelua. Tuotetoimiston aikaisemman suunnitelman pohjalta päätettiin aloittaa valimolle sijoittuvan laadunvalvontajärjestelmän suunnittelu.

### 7.1 Järjestelmäsuunnittelu

Liittyttyäni mukaan laadunvalvontahankkeeseen tämän opinnäytetyön tekijänä, järjestettiin hankkeesta aloituspalaveri lokakuussa 2012, johon osallistuivat opinnäytetyön kirjoittajan lisäksi valun ja toimituksen päällikkö Manu Myllymäki sekä valimon käyttöinsinööri Jorma Harju. Palaverissa käytiin läpi laadunvalvonnan nykytilaa ja sen kehityskohteita sekä luotiin suunnitelmaa tulevalle järjestelmälle.

Järjestelmän suunnittelu aloitettiin aikaisempien suunnitelmien pohjalta, mutta jo alusta asti oli selvää, että osa aikaisemman laatuluokittelujärjestelmän toiminnoista tullaan karsimaan uudesta suunnitelmasta. Suunnitelman lähtökohtana oli, että laadunvalvontajärjestelmä ja sen käyttö pyritään varsinkin alkuvaiheessa pitämään mahdollisimman yksinkertaisena ja helppokäyttöisenä. Käyttäjäpalautteen ja käyttöönottovaiheen jälkeen ominaisuuksia voitaisiin lisätä ja hienosäätää. Aiemmin suunnitelmissa ollut konenäkösovellus päätettiin jättää mahdollisesti myöhemmin toteutettavaksi ja tässä keskittyä luomaan järjestelmästä yksinkertainen ja nopeasti käytettävä työkalu laadunseurantaan. Lähtökohtana järjestelmän suunnittelussa on ollut minimoida järjestelmän työntekijöille aiheuttama lisätyö ja sitä kautta edistää järjestelmän käyttöönottoa. Helposti ja nopeasti käytettävä työkalu varmistaa myös sen tehokkaan käytön ja edistää luotettavien laatu- ja tuotetietojen keräystä.

Järjestelmän suunnitelluksi käyttölaitteeksi nousi kosketusnäytöllä toimiva pääte, joka toimisi laatu- ja tuotetietojen syöttölaitteena tuotantotyöntekijöille. Zn-valimolla on saa-

tu jo aiempaa käyttökokemusta kosketusnäyttöpäätteestä ja ne on todettu toimiviksi valimon tuotantotilojen lämpimissä ja kosteissa olosuhteissa.

Järjestelmän sijoituspaikan ollessa selvillä voitiin aloittaa tarkempien käyttöpaikkojen suunnittelu. Valun jälkeen tuotteet on tarkoitus siirtää kaikilta kolmelta tuotantolinjalta trukeilla jäähdytysvarastoon jäähtymään noin vuorokauden ajaksi. Tarkistukset on tarkoitus tehdä pääsääntöisesti valun jälkeen ennen tätä varastointia. Tuotantolinjoja on kaikkiaan kolme, joista tavallisesti käytetään kahta tai kolmea samanaikaisesti. Kaikkien tuotantolinjojen tuotteiden siirron jäähdytysvarastoon hoitaa tavallisesti yksi työntekijä kerrallaan. Työkierron takia tämä työntekijä saattaa vaihtua jopa 30 minuutin välein. Tämän vuoksi tulisi tuotteiden hyväksyntä saada joustavaksi sekä toteutettavaksi useilla laitteilla ja samanaikaisesti myös eri paikoissa.

Selvää oli että yksi syöttölaitteiden sijoituspaikoista tulisi tuotteiden siirtoon käytettävään trukkiin. Tällöin tuote voidaan tarkastaa heti valun jälkeen ja vialliset tuotteet saadaan näin myös poistettua tuotannosta välittömästi. Mahdollisiksi sijoituspaikoiksi nousivat myös valukoneiden valvomot. Valvomoista käsin voitaisiin jo valuvaiheessa hylättäväksi luokiteltavat tuotteet syöttää järjestelmään ja täten järjestelmän kautta informoida tuotteita siirtävää työntekijää uudelleen sulatettavasta tuotteesta. Lisäksi yhdeksi vaihtoehdoksi nousi valvomoissa kameravalvonnan avulla tapahtuva tuotteiden laadunseuranta.

Järjestelmän suunnittelussa havaittiin myös mahdollisuus luoda liitântä tuotannonohjausjärjestelmä Prosconista sekä laboratoriojärjestelmä Labmasterista tulevaan laadunvalvontajärjestelmään. Näillä järjestelyillä tulisi mahdollisiksi liitântöjen hyödyntäminen tuotantotietojen poimimiseen tuotannonohjausjärjestelmästä sekä mahdollisesti tuotteiden analyysitietojen poimiminen laboratoriojärjestelmästä. Liitännöillä nähtiin olevan mahdollista parantaa myös tiedonkulkua valvomohenkilökunnan ja tuotantotiloissa työskentelevien henkilöiden välillä. Tällä tavoin voitaisiin parantaa laadunvalvontaa ja välttää hylättyjen tuotteiden turhaa kuljettamista jäähdytysvarastoon.

## 7.2 Järjestelmäkuvaus

Laadunvalvontajärjestelmän suunnitelman pääkohtien selvittyä, sain tehtäväksi luoda tietojen pohjalta järjestelmäkuvauksen. Järjestelmä tulisi tilaamaan kokonaistoimituksena laadunvalvontajärjestelmiä toimittavalta yritykseltä, joten kattava kuvaus halutun järjestelmän tarpeista ja taustoista oli tärkeä vaihe ennen yrityskontakteja.

Järjestelmäkuvauksen luomisessa lähdettiin liikkeelle vastaavan kaltaisiin dokumentteihin tutustumisella. Tästä saatiin perusteet lähteä luomaan tarpeiden mukaista kuvausta. Luotu järjestelmäkuvaus sisälsi taustatietoa Bolidenistä yrityksenä, tuotteista ja niiden laadusta sekä laadunseurannasta. Tärkeimmät osa-alueet käsittelivät järjestelmän suunniteltua toteutusta ja käyttötapaa.

Järjestelmäkuvauksen luomisessa pystyttiin osaltaan hyödyntämään aiempaan laatuluokittelujärjestelmän suunnitelmaan kuuluvia dokumentteja, joissa tuotteiden laatuksiteerejä oli kattavasti käsitelty. Työtä riitti kuitenkin uuden suunnitelman saamisessa kirjalliseen muotoon, josta ulkopuolinen yritys saa tarvittavan taustatiedon ja ymmärryksen järjestelmän tarpeista.

### 7.2.1 Yrityskontaktit

Järjestelmäkuvauksen valmistuttua oli yrityskontaktien vuoro. Tehtäväksi annettiin hankkia yrityskontakteja mahdollisilta järjestelmätoimittajilta. Alkuvaiheessa pyrittiin tutustumaan muutamiin automaatio- ja ohjelmistoalan yrityksiin ja niiden tarjoamiin palveluihin. Halutun järjestelmän vaatimusten tarkentuessa kykenin myös tarkemmin keskittymään sopivien teollisuusautomaatiota ja teollisuudenohjelmistojen tarjoavien yritysten etsimiseen. Koska laadunvalvontajärjestelmä tulisi todennäköisesti vahvasti räätälöimään halutun kaltaiseksi ja järjestelmästä suunniteltiin huomattavasti aikaisempaa laatuluokittelujärjestelmää yksinkertaisempaa, rajasi tämä osaltaan mahdollisten yhteistyöyritysten joukkoa. Tarkoituksena oli löytää osaava ja joustava järjestelmätoimittaja, jolla olisi jo aikaisempaa kokemusta vastaavan järjestelmän toimittamisesta.

### 7.2.2 Tarjoukset

Hanke eteni suunnitellun mukaisesti, ja järjestelmäkuvausta tarkentamalla sekä yritysvierailujen avulla saivat kiinnostuneet yritykset tarvittavan taustatiedon tarjouksen antamiselle. Yrityksiä pyydettiin toimittamaan tarjoukset kokonaisjärjestelmän toimittamisesta. Tarjoukset saapuivat tammikuun 2013 aikana, jonka jälkeen vaihtoehdot punnittiin. (Harju 2012.)

Saapuneiden tarjousten perusteella Boliden Kokkola teki päätöksen järjestelmän toimittajasta, ja tarjouksesta tehtiin Bolidenin sisäinen hankintaehdotus. Myöhemmässä hankintaneuvottelussa yritys teki kauppasopimuksen järjestelmän toimittamisesta yhteistyöyrityksen kanssa. (Harju 2012.)

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuotteiden laatuvaatimukset kasvavat jatkuvasti. Samaan aikaan myös teollisuuden valmistusprosessit mutkistuvat ja tulevat entistä alttiimmiksi virheille. Nämä tekijät ovat korostaneet entisestään laadun merkitystä yrityksen tärkeänä kilpailutekijänä. Kaikki tämä on myös korottanut kansainvälisillä markkinoilla toimivan yrityksen laadunvalvonnan vaatimuksia, ja kehitys jatkuu samansuuntaisena varmasti myös tulevaisuudessa.

Boliden Kokkolan pyynnöstä käyttöönotettavan järjestelmän toimittaja ja järjestelmän tarkempi kuvaus on tässä opinnäytetyössä salattu.

### 8.1 Projektin tulokset

Laadunvalvontahankkeen ja tämän opinnäytetyön tuloksina on syntymässä toimiva lopputuotteiden laadunvalvontajärjestelmä Boliden Kokkolan sinkkivalimolle. Yhteistyöyrityksen avulla syntyvä laadunvalvontajärjestelmä sisältää kaikki suunnitellut järjestelmän päätoiminnot.

Laadunvalvontajärjestelmän toteutuksen ollessa vielä kesken ei lopullista tuotetta voida vielä tässä vaiheessa päästä näkemään ja käyttämään. Laatutietojen syöttöön käyttöön tuleva sovellus sekä sen käyttöliittymä vaikuttavat kuitenkin jo suunnittelun alkuvaiheessa erittäin lupaavilta ja halutun kaltaisilta. Kosketusnäytöltä tapahtuneen kokeilun perusteella käyttö on nopeaa ja yksinkertaista. Kerätyistä laatutiedoista muodostuvan tietokannan käyttöön saataneen myöhemmin raportointisovellus, jota voidaan hyödyntää laatutietojen tilastoimiseen ja tietojen tutkimiseen.



## 8.2 Järjestelmän hyödyt

Laadunvalvontajärjestelmän kehitys luo useita hyötyjä Boliden Kokkolan toiminnalle. Järjestelmä tuo käyttöön laadunvalvontaan konkreettisen työkalun, joka käytössä ollessaan luo pohjan tarkemmalle laaduntarkkailulle. Järjestelmän käyttö tapahtuu omilla tunnuksilla, joten laaduntarkkailija jättää oman virtuaalisen puumerkinnsä jokaiseen tarkistamaansa tuotteeseen. Tämän oletetaan jo itsessään tuovan lisää tarkkaavaisuutta tuotteiden tarkastukseen.

Parannus nykytilanteeseen muodostuu myös tuotteiden jäljitettävyydessä. Tulevaisuudessa voidaan paremmin tilastoida valmistettujen tuotteiden laatua monelta osin nykyistä tarkemmin. Tuloksena saadaan tietokanta valetuista tuotteista ja niiden laadusta. Erityistä parannusta saadaan tuotteiden hylättyjen tuotteiden seurantaan. Tulevaisuudessa muun muassa hylkyprosenttia voidaan seurata tarkemmin tuotantolinja- ja tuotekohtaisesti. Tietokanta mahdollistaa tuotteiden laadun vertailun toisiinsa ja edistää valmistusprosessin ongelmiin pääsyä. Tulevaisuudessa raportointeja hyödyntämällä on kehityskohteiden suunnittelun taakse huomattavasti enemmän tarkkaa tietoa.

Laatutietojen keräämisen lisäksi järjestelmä on suunniteltu sisältämään myös valureiden työtä helpottavia tekijöitä. Tuotteiden analyysitietojen saaminen järjestelmään mahdollistaa paremman tiedonkulun henkilökunnan välillä. Valunvaiheessa analyysitietojen perusteella hylätyt tuotteet voidaan esittää laatutietojen syöttölaitteen näytössä hylättyinä. Tiedonkulun paranemisella voidaan näin ehkäistä hylättyjen tuotteiden kulkeutumista jäähdytysvarastoon ja sitä kautta tuotetoimistolle. Näin estetään turhan työn syntymistä kun mm. vältetään tuotetoimistolle edestakaisin kuljetettavilta tuotteilta.

Muita parannuksia tiedonkulkuun on suunniteltu erityisesti harkkovalukoneelle. Harkkovalukoneen käynnistyksessä muodostuu usein liian matalia tai kuonaamattomia harkkoja. Epäkuranteista harkkoista muodostuvat harkkokasat toimitetaan uudelleen sulatukseen. Näin epäkurantti harkkokolli hylätään järjestelmään, ja tämä tieto kulkee laadunvalvontajärjestelmän kautta harkkoja kuljettavalle henkilölle ja näin estää epäkurantin harkkonipun kulkeutumisen huomaamatta asiakkaalle.

Suurimmat hyödyt järjestelmän käytöstä muodostuvat pitkällä aikavälillä tuote- ja prosessikehityksen tuloksena. Laadunvarmistuksen parantumisella haetaan myös virhekustannusten pienentymistä. Tarkemmalla laadunvalvonnalla voidaan viallisten tuotteiden valmistusta pienentää ja sitä kautta vähentää sisäisiä virhekustannuksia. Järjestelmän käytöllä ja tarkalla laadunvalvonnalla estetään myös virheellisten tuotteiden päätyminen asiakkaille ja samalla estetään epäkurantin tuotteen laadun luoma negatiivinen vaikutus Boliden Kokkolan imagoon.

### **8.3 Loppusanat**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli edesauttaa laadunvalvontajärjestelmän toteuttamista osallistumalla sen suunnitteluun ja järjestelmän tarjoajan selvitykseen sekä lisäksi dokumentoimalla hankkeen vaiheet.

Työssä saavutettiin nämä tavoitteet. Laadunvalvontajärjestelmän pohjaksi luotiin selvä suunnitelma, ja tämän työn aikana järjestelmälle löytyi asiantunteva toimittaja, jonka avulla hanke saatetaan koekäytön osalta loppuun. Järjestelmässä hyödynnetään monipuolisesti uuden sukupolven laitteita tavalla, joka ei ole uutta ainoastaan metalliteollisuudessa. Samankaltainen laitteiden hyödyntäminen yleistyy luultavasti tulevaisuudessa laajemminkin teollisuudessa, ja meneillään oleva hanke on vasta alkua niiden hyödyntämiselle Boliden Kokkolan toiminnassa.

## LÄHTEET

Boliden Kokkola. 2008c. Valimon prosessi.

Boliden Kokkola. 2008d. Yritysesittely. PDF-dokumentti. Saatavissa: [http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Fact%20sheets/Kokkola\\_EN.pdf](http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Fact%20sheets/Kokkola_EN.pdf). Luettu 4.1.2013

Boliden Kokkola. 2009a. Lopputuotteiden laatukriteerit.

Boliden Kokkola. 2009b. Seostus. Prosessiohjeet.

Boliden Kokkola. 2010a. Tuotteen laatuluokittelu.

Boliden Kokkola. 2010b. Yhteiskuntavastuun raportti. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Sustainability%20Reports/Sustainability\\_report\\_2010\\_kokkola\\_fin.pdf](http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Sustainability%20Reports/Sustainability_report_2010_kokkola_fin.pdf). Luettu 4.1.2013.

Boliden Kokkola. 2012a. A pioneer in zinc technology. Yrityskuvaus. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Place%20brochures/Boliden\\_Kokkola\\_eng.pdf](http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Place%20brochures/Boliden_Kokkola_eng.pdf). Luettu 4.1.2013.

Boliden Kokkola. 2012b. Special High Grade Zinc. Tuotekuvaus. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.com/Documents/productsheets/SHG.pdf>. Luettu 1.3.2013

Boliden Kokkola. 2012c. Zinigal and Zinigal-light. Tuotekuvaus. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www.boliden.com/Documents/productsheets/ZiNiGal\\_ZiNiGal\\_light.pdf](http://www.boliden.com/Documents/productsheets/ZiNiGal_ZiNiGal_light.pdf) Luettu 11.3.2013

Boliden Kokkola. 2013a. Toiminnanohjausjärjestelmä.

Boliden Kokkola. 2013b. Yleisesittely.

Boliden Kokkola. 2013c. Yritysesittely. Www-dokumentti Saatavissa: [www.boliden.com](http://www.boliden.com). Luettu 4.1.2013

Harju, J. 2012. Toimintakuvaus. Boliden Kokkola.

Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2002. Prosessijohtamisen käsitteet. 3. uudistettu painos. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Lecklin, O. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kauppakaari.

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Myllymäki, M. 2012. Tuotantopalaveri. 30.07.2012. Boliden Kokkola.

Pajula, J. 2002. Laatukustannusten arviointi ja seuranta ohutlevyteollisuudessa. Diplomityö. Oulun yliopisto.

Salminen, P. 1990. Tuotteiden ja toiminnan laadun kehittäminen. Mänttä: Mäntän Kirjapaino Oy.

Silén, T. 2001. Laatu, brandi ja kilpailukyky. Helsinki: WSOY.